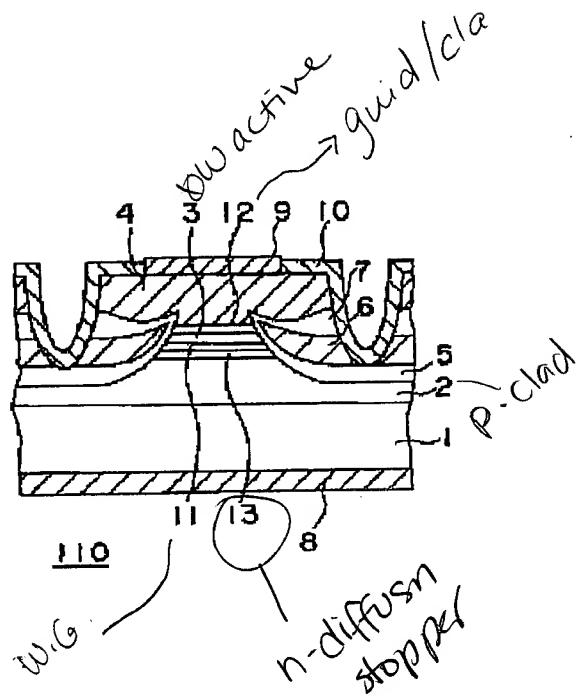


EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09260776
 PUBLICATION DATE : 03-10-97
 APPLICATION DATE : 26-03-96
 APPLICATION NUMBER : 08070446
 APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;
 INVENTOR : TAKIGUCHI TORU;
 INT.CL. : H01S 3/18
 TITLE : SEMICONDUCTOR LIGHT ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To restrict the diffusion of P-type dopant, improve emission efficiency at a laser portion, and enhance the quenching ratio at the modulating portion, by providing an N-type diffusion stopper layer between a P-type clad layer and an active layer.

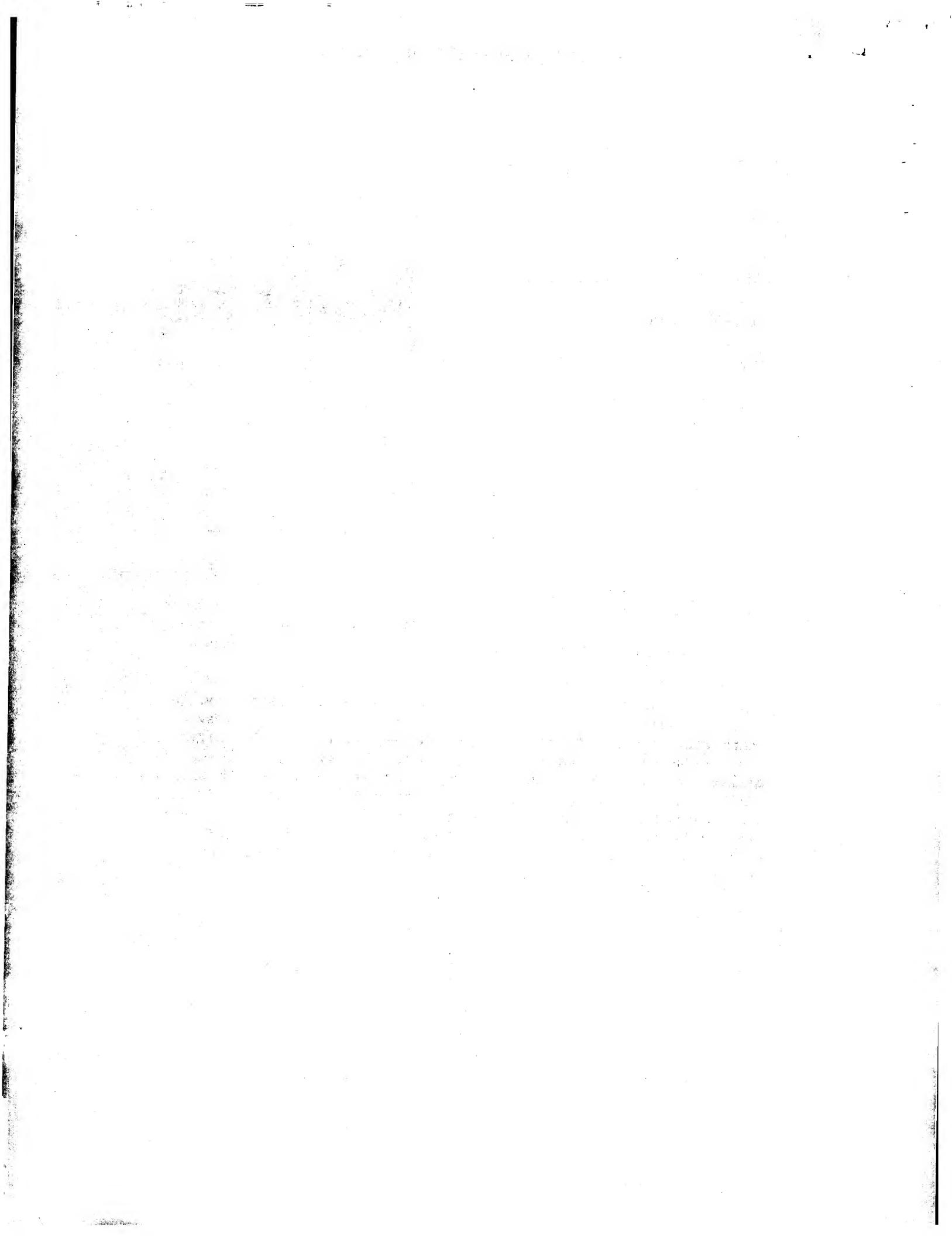
SOLUTION: An N-type diffusion stopper layer 13 is provided for restricting the diffusion of a P-type dopant to an active layer 3 between a P-type clad layer 2 and an active layer 3. That is, at the semiconductor laser 110, a Zn dope P-type InP clad layer 2 and a quantum well active layer 3 are laminated on a Zn dope P-type InP substrate 1, and the N-type InP diffusion stopper layer 13 is provided between the clad layer 2 and the active layer 3. By this N-type InP diffusion stopper layer 13, the diffusion of Zn from the P-type InP substrate 1 and Zn dope P-type InP clad layer 2 to the quantum well active layer 3 can be restricted. However, the carrier concentration and thickness of the N-type InP diffusion stopper layer must be smaller than the total amount of Zn, to which the total amount of electrons are diffused.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

BEST AVAILABLE

BEST AVAILABLE

BEST AVAILABLE



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-260776

(43)公開日 平成9年(1997)10月3日

(51)Int.Cl.⁸
H 0 1 S 3/18

識別記号 序内整理番号

F I
H 0 1 S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9 O.L (全8頁)

(21)出願番号 特願平8-70446
(22)出願日 平成8年(1996)3月26日

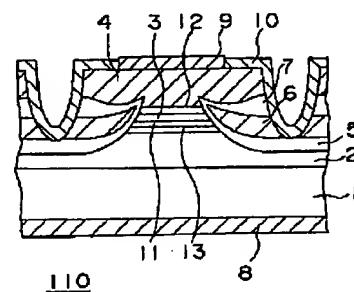
(71)出願人 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(72)発明者 濱口透
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
(74)代理人 弁理士 曾我道照 (外6名)

(54)【発明の名称】 半導体光素子

(57)【要約】

【課題】 半導体光素子において、量子井戸活性層へのP型ドーパントの拡散の抑制は、例えばP型InPクラッド層と量子井戸活性層の間にアンドープInP層を挿入することによって行われていたが、アンドープInP層では十分にP型ドーパントの拡散を抑制できないという問題があった。

【解決手段】 P型クラッド層2と活性層3の間に、活性層3へのP型ドーパントの拡散を抑制するためのN型の拡散ストップ層13を設けたので、結晶成長中ないしはプロセス中に、P型クラッド層からP型ドーパントが活性層に拡散してくるのを抑制でき、レーザー部においてしきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現できる。



- 1: ZnドーピングInP基板
- 2: ZnドーピングInPクラッド層
- 3: 量子井戸活性層
- 4: SドーピングInPクラッド層
- 5: ZnドーピングInP埋め込み層
- 6: SドーピングInP電流ブロック層
- 7: ZnドーピングInP電流ブロック層
- 8: P型電極
- 9: N型電極
- 10: SiO₂絶縁膜
- 11: アンドープInGaAsP光閉じ込め層
- 12: SドーピングInGaAsP光閉じ込め層
- 13: N型InP拡散ストップ層
- 110: 半導体レーザ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 P型クラッド層と活性層の間に、上記活性層へのP型ドーパントの拡散を抑制するためのN型の拡散ストッパ層を設けたことを特徴とする半導体光素子。

【請求項2】 上記N型の拡散ストッパ層が、上記P型クラッド層と活性層の間に挿入されたN型InP拡散ストッパ層からなることを特徴とする請求項1に記載の半導体光素子。

【請求項3】 上記N型の拡散ストッパ層が、上記P型クラッド層と活性層の間にあるP型クラッド層側の光閉じ込め層をN型ドーピングした光閉じ込め層からなることを特徴とする請求項1に記載の半導体光素子。

【請求項4】 上記N型ドーピングした光閉じ込め層がSドープN型InGaAsP光閉じ込め層からなることを特徴とする請求項3に記載の半導体光素子。

【請求項5】 上記N型の拡散ストッパ層が、上記P型クラッド層と活性層の間にあるP型クラッド層側の光閉じ込め層をNドープInGaAs(P)/アンドープIn(Ga)(As)Pの多重層により形成したものからなることを特徴とする請求項1に記載の半導体光素子。

【請求項6】 上記N型の拡散ストッパ層が、上記P型クラッド層とP型InP基板との間に挿入されたN型In(Ga)(As)P層からなることを特徴とする請求項1に記載の半導体光素子。

【請求項7】 上記半導体光素子がレーザー部と共に続く変調器部を有する変調器付き半導体レーザからなり、上記活性層が上記レーザー部側の量子井戸活性層と共に続く上記変調器部側の歪量子井戸光導波路層からなることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の半導体光素子。

【請求項8】 P型クラッド層と活性層の間に、上記活性層へのP型ドーパントの拡散を抑制するための拡散ストッパ層を設け、この拡散ストッパ層が上記P型クラッド層側の光閉じ込め層をアンドープInGaAs(P)/In(Ga)(As)Pの多重層により形成したものからなることを特徴とする半導体光素子。

【請求項9】 上記半導体光素子がレーザー部と共に続く変調器部を有する変調器付き半導体レーザからなり、上記活性層が上記レーザー部側の量子井戸活性層と共に続く上記変調器部側の歪量子井戸光導波路層からなることを特徴とする請求項8に記載の半導体光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は半導体レーザ等の半導体光素子、特に量子井戸活性層へのP型ドーパントの拡散の抑制に関する。

【0002】

【従来の技術】図10は従来の半導体光素子である長波長系の半導体レーザの断面図である。図の半導体レーザ

100において、1はP型InP基板、2はP型InPクラッド層、3は量子井戸活性層、4はN型InPクラッド層、5はP型InP埋め込み層、6はN型InP電流ブロック層、7はP型InP電流ブロック層、8はP型電極、9はN型電極、10は絶縁膜、11はP型光閉じ込め層、12はN型光閉じ込め層である。

【0003】従来、結晶成長中ないしはプロセス中に、P型InP基板1およびP型InPクラッド層2からP型ドーパントが量子井戸活性層3に拡散してくるために、レーザのしきい値電流の増加、発光効率の低下という問題が生じていた。

【0004】また、変調器付き半導体レーザでも同様な現象が生じる。図11は従来の変調器付き半導体レーザの断面図である。図の変調器付き半導体レーザ200において、30はN型InP基板、31はN型InPクラッド層、32はN型InGaAsP光ガイド層、33は回折格子、34は量子井戸活性層、35は歪量子井戸光導波路層、36はP型InPクラッド層、37はP型InGaAsPコンタクト層、38はレーザー部のP型電極、39は変調器部のP型電極、40はN型電極、41はP型InGaAsP光閉じ込め層である。

【0005】この従来の変調器付き半導体レーザ200においても、結晶成長中ないしはプロセス中に、P型InPクラッド層36からP型ドーパントが量子井戸活性層34および歪量子井戸光導波路層35に拡散してくる。このため、変調器部の消光比が低下するという問題が生じていた。

【0006】この問題に対し従来、例えば文献(M.Glade et.al., GaAs and Related Compounds 1990 pp579~584)で記載されているように、例えば図10のP型InPクラッド層2と量子井戸活性層3の間にアンドープInP層を挿入することによって、量子井戸活性層3へのP型ドーパントの拡散を抑制していた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上のように従来の半導体光素子において、量子井戸活性層へのP型ドーパントの拡散の抑制は、例えばP型InPクラッド層と量子井戸活性層の間にアンドープInP層を挿入することによって行われていたが、アンドープInP層では十分にP型ドーパントの拡散を抑制できないという問題があった。

【0008】この発明は上記のような従来の半導体レーザの課題を解消するためになされたもので、十分にP型ドーパントの拡散を抑制でき、レーザー部における発光効率の向上、変調部における消光比の向上を図った半導体光素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的に鑑み、この発明の第1の発明は、P型クラッド層と活性層の間に、上記活性層へのP型ドーパントの拡散を抑制するための

N型の拡散ストップ層を設けたことを特徴とする半導体光素子にある。

【0010】この発明の第2の発明は、上記N型の拡散ストップ層が、上記P型クラッド層と活性層の間に挿入されたN型InP拡散ストップ層からなることを特徴とする請求項1に記載の半導体光素子にある。

【0011】この発明の第3の発明は、上記N型の拡散ストップ層が、上記P型クラッド層と活性層の間にあるP型クラッド層側の光閉じ込め層をN型ドーピングした光閉じ込め層からなることを特徴とする請求項1に記載の半導体光素子にある。

【0012】この発明の第4の発明は、上記N型ドーピングした光閉じ込め層がSドープN型InGaAsP光閉じ込め層からなることを特徴とする請求項3に記載の半導体光素子にある。

【0013】この発明の第5の発明は、上記N型の拡散ストップ層が、上記P型クラッド層と活性層の間にあるP型クラッド層側の光閉じ込め層をNドープInGaAs(P)/アンドープIn(Ga)(As)Pの多重層により形成したものからなることを特徴とする請求項1に記載の半導体光素子にある。

【0014】この発明の第6の発明は、上記N型の拡散ストップ層が、上記P型クラッド層とP型InP基板との間に挿入されたN型In(Ga)(As)P層からなることを特徴とする請求項1に記載の半導体光素子にある。

【0015】この発明の第7の発明は、上記半導体光素子がレーザー部とこれに続く変調器部を有する変調器付き半導体レーザからなり、上記活性層が上記レーザー部側の量子井戸活性層とこれに続く上記変調器部側の歪量子井戸光導波路層からなることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の半導体光素子にある。

【0016】この発明の第8の発明は、P型クラッド層と活性層の間に、上記活性層へのP型ドーパントの拡散を抑制するための拡散ストップ層を設け、この拡散ストップ層が上記P型クラッド層側の光閉じ込め層をアンドープInGaAs(P)/In(Ga)(As)Pの多重層により形成したものからなることを特徴とする半導体光素子にある。

【0017】この発明の第9の発明は、上記半導体光素子がレーザー部とこれに続く変調器部を有する変調器付き半導体レーザからなり、上記活性層が上記レーザー部側の量子井戸活性層とこれに続く上記変調器部側の歪量子井戸光導波路層からなることを特徴とする請求項8に記載の半導体光素子にある。

【0018】

【発明の実施の形態】最初に、この発明に関するN型ドーピング層がP型ドーパントの拡散を抑制する原理について説明する。まず、P型ドーパントであるZnは次の平衡状態の関係式が成立する状態で拡散する。

【0019】(格子間Zn)+(Inの空孔) ⇌ (格子位置

のZn)+2(ホール)

【0020】格子間Znは、ある割合で格子位置に落ちつき、残りのZnが上式の右辺と平衡状態を保ちながら隣接する層へ拡散していく。

【0021】次にN型ドーピング層におけるZnの拡散について考える。拡散してきた格子間Znは、格子位置に落ちつきホールを発生させる。ところが、N型ドーピング層においては、電子が存在するので発生したホールは電子と合一して消滅する。従って、反応はN型ドーピング層の電子がなくなるまで、右辺に進行していく。従って、格子間Znは、すべて格子位置に落ちつくので、隣接する層へ拡散していかない。

【0022】N型ドーピング層の電子がなくなると、格子間Znは、通常通り隣接する層に拡散していく。この原理により、N型ドーピング層において電子が多いほど、すなわちN型キャリア濃度が高いほど、また層厚が厚いほどZnをトラップする量が多く、よりZnの拡散を抑制する効果がある。

【0023】次に、InGaAs(P)層がP型ドーパントの拡散を抑制する原理について説明する。ZnのIn_{1-x}Ga_xAs_yP_{1-y}層中における固溶度は、組成yが高いほど大きい。図1の(a)には従来のInP層を挿入した場合のZnの濃度変化、(b)にはこの発明によるInGaAs層を挿入する場合のZnの濃度変化を示す。図1に示すように、InP層からInGaAs層(y=1)への拡散の場合、InGaAs層の方が固溶度が大きいので、ZnはInGaAs層中では高濃度になる。すなわち、InGaAs層は、InP層に比べてZnをトラップする量が多く、よりZnの拡散を抑制する効果がある。

【0024】実施の形態1. 図2はこの発明の一実施の形態による半導体レーザの断面図である。図の半導体レーザ110において、1はZnドープP型InP基板(キャリア濃度P=5×18cm⁻³)、2はZnドープP型InPクラッド層(厚さ2μm、キャリア濃度P=1×18cm⁻³)、3は量子井戸活性層、4はSドープN型InPクラッド層(厚さ0.5μm、キャリア濃度N=1×18cm⁻³)、5はZnドープP型InP埋め込み層(厚さ1μm、キャリア濃度P=1×18cm⁻³)、6はSドープN型InP電流ブロック層(厚さ1μm、キャリア濃度N=5×18cm⁻³)である。

【0025】7はZnドープP型InP電流ブロック層(厚さ1μm、キャリア濃度P=1×18cm⁻³)、8はP型電極(Ti/Pt/Au)、9はN型電極(Au/Ga/Ni/Au)、10はSiO₂絶縁膜、11はアンドープInGaAsP光閉じ込め層、12はSドープN型InGaAsP光閉じ込め層である。13はN型InP拡散ストップ層である。

【0026】この実施の形態では、N型InP拡散ストップ層13によって、P型InP基板1およびZnドー

PrP型InPクラッド層2から量子井戸活性層3へのZnの拡散を抑制できる。

【0027】但し、N型InP拡散ストッパ層13のキャリア濃度および厚さは、そのトータルの電子の量が拡散してくるZnのトータルの量より若干少なくする必要がある。もし、多ければP型InPクラッド層2と量子井戸活性層3の間にN型層が残ることになる。図3には活性層近辺のバンドおよび活性層へのホールの注入の様子を示す。このように、そのN型層13は、図3に示すようにバンド構造上、電流注入時にP型InPクラッド層2から量子井戸活性層3へのホールの注入を妨げ、レーザ特性を悪化させてしまう。

【0028】実施の形態2. 図4はこの発明の別の実施の形態による半導体レーザの断面図である。図の半導体レーザ120において、1～10および12は上記実施の形態のものと同一のものである。14はSドープN型InGaAsP光閉じ込め層である。

【0029】この実施の形態では図2のP側の光閉じ込め層11を、これをN型ドープしたSドープN型InGaAsP光閉じ込め層14とすることによって、P型InP基板1およびZnドープP型InPクラッド層2から量子井戸活性層3へのZnの拡散を抑制できるようにした。

【0030】実施の形態3. 図5はこの発明の別の実施の形態による半導体レーザの断面図である。図の半導体レーザ130において、1～10および12は上記実施の形態のものと同一のものである。15は光閉じ込め多重層(アンドープInGaAs(P)/In(Ga)(As)P)である。

【0031】また図6は光閉じ込め多重層15付近の断面図である。図において、150はアンドープInGaAs層、152はアンドープInP層である。アンドープInGaAs層150は80Å以下にし、多重層15が量子効果を持つようする。また多重層15は、その量子井戸層としてのバンドギャップの大きさが、量子井戸活性層3のバンドギャップの大きさより大きいようにする。これは、多重層15においてレーザ発振しないようにするためである。

【0032】InGaAs層150は従来の組成のInGaAsP光閉じ込め層よりy組成が大きいので、Znの層中における固溶度は、組成yが高いほど大きいのでZnをトラップする量が多く、よりZnの拡散を抑制する効果がある。この層によって、P型InP基板1およびZnドープP型InPクラッド層2から量子井戸活性層3へのZnの拡散を抑制できる。

【0033】実施の形態4. 図7は実施の形態3の光閉じ込め多重層の別の例を示す。図において、15aは光閉じ込め多重層(NドープInGaAs(P)/アンドープIn(Ga)(As)P)、152はアンドープInP層、154はN型InGaAs層である。この実施の形

態では、実施の形態3の光閉じ込め多重層のアンドープInGaAs層150をN型にしたものである。

【0034】InGaAs層をN型にしたN型InGaAs層154とすることにより、実施の形態3のアンドープInGaAs層に比べてZnをトラップする量が多く、よりZnの拡散を抑制する効果がある。また、もしこの多重層中において、N型層が残ったとしても、そのN型層は、電流注入時にP型InPクラッド層2から量子井戸活性層3へのホールの注入を妨げることはない。

【0035】実施の形態5. 図8はこの発明の別の実施の形態による半導体レーザの断面図である。図の半導体レーザ140において、1～12は上記実施の形態のものと同様のものである。20はN型In(Ga)(As)P拡散ストッパ層である。

【0036】このN型In(Ga)(As)P拡散ストッパ層20によって、P型InP基板1からZnドープP型InPクラッド層2へのZnの拡散を抑制できる。P型InP基板1からZnドープP型InPクラッド層2へのZnの拡散が多いと、P型InPクラッド層2のキャリア濃度が大きくなるので、P型InPクラッド層2から活性層3へのZnの拡散が増加する。従って、P型InP基板1からZnドープP型InPクラッド層2へのZnの拡散を抑制することにより、レーザ特性を向上できる。

【0037】なお、この実施の形態においてさらに実施の形態1のN型InP拡散ストッパ層13を設ける場合には、このストッパ層13のキャリア濃度および厚さは、そのトータルの電子の量が拡散してくるZnのトータルの量より若干少なくする必要がある。

【0038】実施の形態6. 図9はこの発明を適用した一実施の形態による変調器付き半導体レーザの断面図である。図の変調器付き半導体レーザ210において、30はN型InP基板、31はN型InPクラッド層、32はN型InGaAsP光ガイド層、33は回折格子、34は量子井戸活性層、35は歪量子井戸光導波路層、36はP型InPクラッド層、37はP型InGaAsPコンタクト層、38はレーザー部のP型電極、39は変調器部のP型電極、40はN型電極、そして42は拡散ストッパ層である。

【0039】拡散ストッパ層42は、実施の形態1～4の半導体レーザの場合と同様に、実施の形態1のN型InP層、実施の形態2のN型InGaAsP光閉じ込め層、実施の形態3のアンドープInGaAs(P)/In(Ga)(As)Pの多重層、実施の形態4のNドープInGaAs(P)/アンドープIn(Ga)(As)Pの多重層のいずれかとする。

【0040】このように拡散ストッパ層42により、P型InPクラッド層36から歪量子井戸光導波路層35へのZnの拡散を抑制することができ、変調器部における消光比の向上が実現できる。

【0041】

【発明の効果】上記のようにこの発明の第1の発明によれば、P型クラッド層と活性層の間に、活性層へのP型ドーパントの拡散を抑制するためのN型の拡散ストップ層を設けたので、結晶成長中ないしはプロセス中に、P型クラッド層からP型ドーパントが活性層に拡散してくるのを抑制でき、レーザー部においてしきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現できる半導体光素子を提供できる等の効果が得られる。

【0042】この発明の第2の発明によれば、N型の拡散ストップ層としてP型クラッド層と活性層の間にN型InP拡散ストップ層を設けたので、P型クラッド層からP型ドーパントが活性層に拡散してくるのを抑制でき、レーザー部において、しきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現できる半導体光素子を提供できる等の効果が得られる。

【0043】この発明の第3の発明によれば、N型の拡散ストップ層を、P型クラッド層と活性層の間にあるP型クラッド層側の光閉じ込め層をN型ドーピングした光閉じ込め層としたので、特に新たな層を追加することなしに、P型クラッド層からP型ドーパントが活性層に拡散してくるのを抑制でき、レーザー部において、しきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現できる半導体光素子を提供できる等の効果が得られる。

【0044】この発明の第4の発明によれば、N型ドーピングした光閉じ込め層をSドープN型InGaAsP光閉じ込め層としたので、特に新たな層を追加することなしに、P型クラッド層からP型ドーパントが活性層に拡散してくるのを抑制でき、レーザー部において、しきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現できる半導体光素子を提供できる等の効果が得られる。

【0045】この発明の第5の発明によれば、N型の拡散ストップ層をP型クラッド層と活性層の間にあるP型クラッド層側の光閉じ込め層をNドープInGaAs(P)/アンドープIn(Ga)(As)Pの多重層により形成したので、特に新たな層を追加することなしに、P型クラッド層からP型ドーパントが活性層に拡散してくるのを抑制でき、レーザー部において、しきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現できる半導体光素子を提供できる等の効果が得られる。

【0046】この発明の第6の発明によれば、N型の拡散ストップ層をP型クラッド層とP型InP基板との間に挿入されたN型In(Ga)(As)P層で構成したので、P型クラッド層から活性層へのP型ドーパントの拡散を増加させ、これによりP型クラッド層から活性層へのP型ドーパントの拡散を抑制でき、レーザー部において、しきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現できる半導体光素子を提供できる等の効果が得られる。

【0047】この発明の第7の発明によれば、レーザー

部とこれに続く変調器部を有し、活性層がレーザー部側の量子井戸活性層とこれに続く変調器部側の歪量子井戸光導波路層からなる変調器付き半導体レーザーにおいて、上記第1ないし第5のいずれかのN型の拡散ストップ層を設けたので、結晶成長中ないしはプロセス中に、P型クラッド層からP型ドーパントが活性層に拡散してくるのを抑制でき、レーザー部においてしきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現でき、さらに変調器部では消光比の向上がより確実に実現できる半導体光素子を提供できる等の効果が得られる。

【0048】この発明の第8の発明によれば、P型クラッド層と活性層の間に、活性層へのP型ドーパントの拡散を抑制するための拡散ストップ層を設け、この拡散ストップ層をP型クラッド層側の光閉じ込め層をアンドープInGaAs(P)/In(Ga)(As)Pの多重層により形成したので、結晶成長中ないしはプロセス中に、P型クラッド層からP型ドーパントが活性層に拡散してくるのを抑制でき、レーザー部においてしきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現できる半導体光素子を提供できる等の効果が得られる。ものからなることを特徴とする半導体光素子にある。

【0049】この発明の第9の発明によれば、レーザー部とこれに続く変調器部を有し、活性層がレーザー部側の量子井戸活性層とこれに続く変調器部側の歪量子井戸光導波路層からなる変調器付き半導体レーザーにおいて、上記第8の発明による拡散ストップ層を設けたので、結晶成長中ないしはプロセス中に、P型クラッド層からP型ドーパントが活性層に拡散してくるのを抑制でき、レーザー部においてしきい値電流の低減および発光効率の向上がより確実に実現できる半導体光素子を提供できる等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は従来のInP層を挿入した場合のZnの濃度変化、(b)はこの発明によるInGaAs層を挿入する場合のZnの濃度変化を示す図である。

【図2】この発明の一実施の形態による半導体レーザーの断面図である。

【図3】活性層近辺のバンドおよび活性層へのホールの注入の様子を説明するための図である。InGaAs層におけるZnの拡散の説明図である。

【図4】この発明のさらに別の実施の形態による半導体レーザーの断面図である。

【図5】この発明のさらに別の実施の形態による半導体レーザーの断面図である。

【図6】図5の光閉じ込め多重層付近の断面図である。

【図7】光閉じ込め多重層の別の例を示す断面図である。

【図8】この発明のさらに別の実施の形態による半導

体レーザの断面図である。

【図9】 この発明を適用した一実施の形態による変調器付き半導体レーザの断面図である。

【図10】 従来の半導体光素子である長波長系の半導体レーザの断面図である。

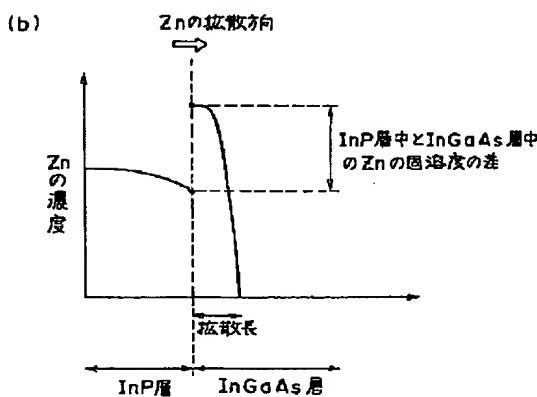
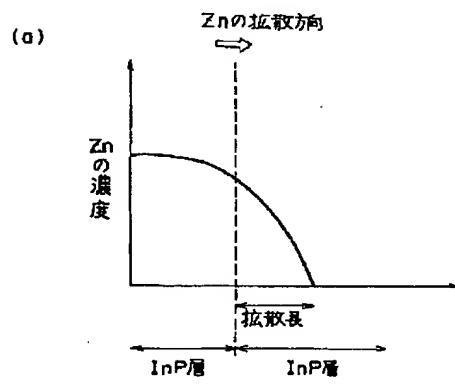
【図11】 従来の変調器付き半導体レーザの断面図である。

【符号の説明】

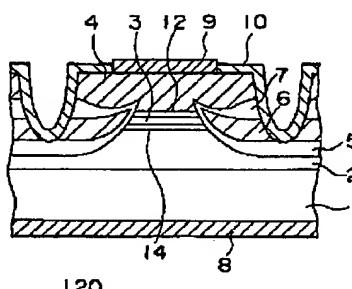
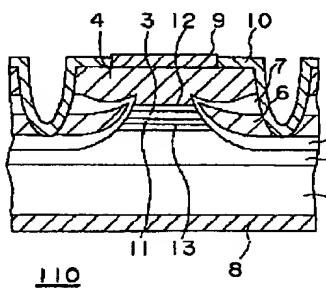
1 ZnドープP型InP基板、2 ZnドープP型InPクラッド層、3 量子井戸活性層、4 SドープN型InPクラッド層、5 ZnドープP型InP埋め込み層、6 SドープN型InP電流ブロック層、7 ZnドープP型InP電流ブロック層、8 P型電極、9 N型電極、10 SiO₂絶縁膜、11 アンドープI

nGaAsP光閉じ込め層、12 SドープN型InGaAsP光閉じ込め層、13 N型InP拡散ストップ層、14 SドープN型InGaAsP光閉じ込め層、15 光閉じ込め多重層、20 N型In(Ga)(As)P拡散ストップ層、30 N型InP基板、31 N型InPクラッド層、32 N型InGaAsP光ガイド層、33 回折格子、34 量子井戸活性層、35 歪量子井戸光導波路層、36 P型InPクラッド層、37 P型InGaAsPコンタクト層、38 レーザー部のP型電極、39 変調器部のP型電極、40 N型電極、42 拡散ストップ層、110, 120, 130, 140 半導体レーザ、210 変調器付き半導体レーザ。

【図1】



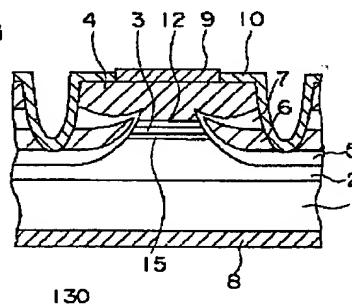
【図2】



- 1: ZnドープP型InP基板
- 2: ZnドープP型InPクラッド層
- 3: 量子井戸活性層
- 4: SドープN型InPクラッド層
- 5: ZnドープP型InP埋め込み層
- 6: SドープN型InP電流ブロック層
- 7: ZnドープP型InP電流ブロック層
- 8: P型電極
- 9: N型電極
- 10: SiO₂絶縁膜

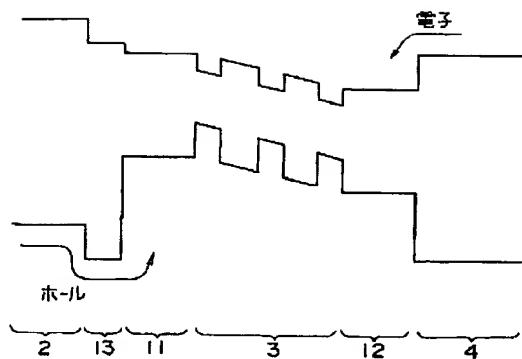
- 14: SドープN型InGaAsP光閉じ込め層
- 120: 半導体レーザ

【図4】

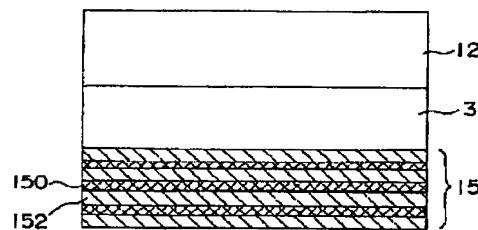


- 15: 光閉じ込め多重層
- 130: 半導体レーザ

【図3】

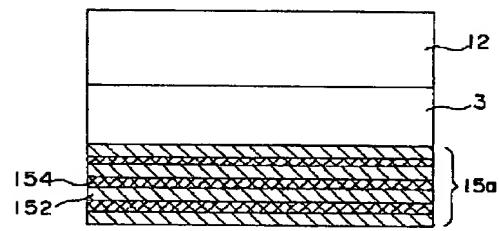


【図6】



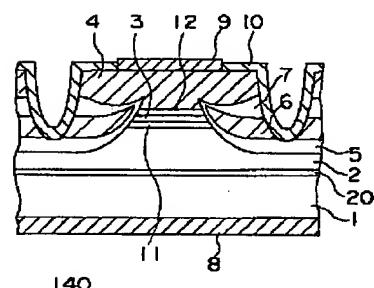
15:光閉じ込め多層層 [アンド-ア'InGaAs(P)/
In(Ga)(As)P]
150:アンド-ア'InGaAs層
152:アンド-ア'InP層

【図7】



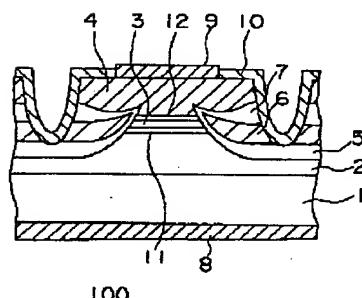
15a:光閉じ込め多層層
[N型ア'InGaAs(P)/アンド-ア'In(Ga)(As)P]
152:N型InGaAs層

【図8】



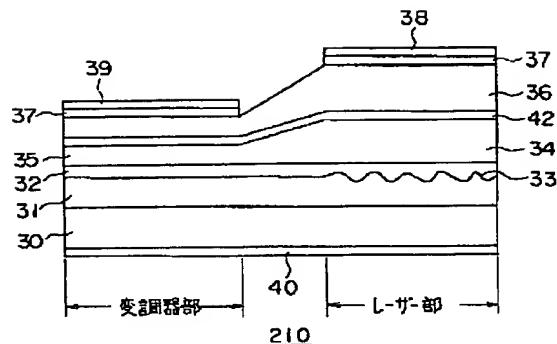
20:N型In(Ga)(As)P抜抜ストップ層
140:半導体レーザ

【図10】



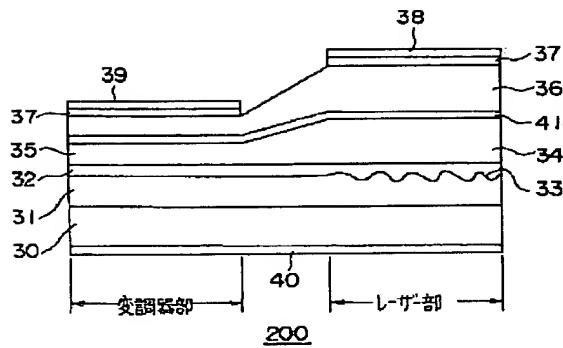
1:P型InP基板
2:P型InPクラッド層
3:量子井戸活性層
4:N型InPクラッド層
5:P型InP埋め込み層
6:N型InP電流ブロック層
7:P型InP電流ブロック層
8:P型電極
9:N型電極
10:掩蔽膜
11:P型光閉じ込め層
12:N型光閉じ込め層
100:半導体レーザ

【図9】



30:N型InP基板
31:N型InPクラッド層
32:N型InGaAsP光ガイド層
33:回折格子
34:量子井戸活性層
35:歪量子井戸光導波路層
36:P型InPクラッド層
37:P型InGaAsPコンタクト層
38:レーザのP型電極
39:変調器部のP型電極
40:N型電極
42:拡散ストップ層
210:変調器付き半導体レーザ

【図11】



30:N型InP基板
31:N型InPクラッド層
32:N型InGaAsP光ガイド層
33:回折格子
34:量子井戸活性層
35:歪量子井戸光導波路層
36:P型InPクラッド層
37:P型InGaAsPコンタクト層
38:レーザのP型電極
39:変調器部のP型電極
40:N型電極
41:P型InGaAsP光閉じ込め層